

Patent Abstracts of Japan

Ref. 15

PUBLICATION NUMBER : 04084883  
PUBLICATION DATE : 18-03-92

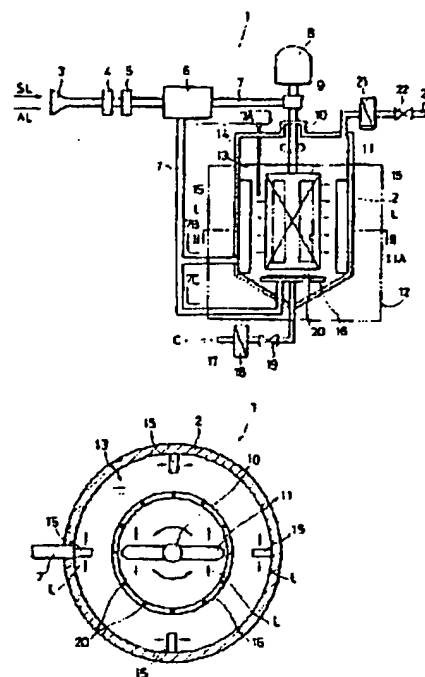
APPLICATION DATE : 26-07-90  
APPLICATION NUMBER : 02196282

APPLICANT : SUMITOMO HEAVY IND LTD;

INVENTOR : TANAKA HIDEO;

INT.CL. : C12M 1/00 B01D 53/34 C12M 3/00

TITLE : CULTURE DEVICE FOR  
PHOTOSYNTHETIC ORGANISM



ABSTRACT : PURPOSE: To make it possible to efficiently obtain a photosynthetic organism in high concentration and rate and large quantities by arranging a mobile illuminant in a specific tank and culturing the photosynthetic organism therein.

CONSTITUTION: Light L obtained by collecting sun light SL or artificial light AL using a light-collecting device 3 consisting of a reflection miller, etc., and pre-treating the light SL or AL with light amount control device 6 provided with wavelength selector 4, heat radiation remover 5 and light amount sensor 14 and having 400-700nm wavelength is transmitted through a transmission light connector 9 and light transmitting shaft 10 to a mobile illuminant 11 consisting of a plane quartz of culture device 1 of light synthetic organism and the illuminant 11 is rotated in desired cycle by an agitating motor 8. Then the light L is transmitted from an optical fiber, etc., through a light transmission cable 7 to baffle plate 15 and gas sparger 16 and simultaneously CO<sub>2</sub> gas C is fed from gas inlet tube 17 to a culture medium 13 in culture tank 2. Then the photosynthetic organism is synthesized in the presence of light L and CO<sub>2</sub> gas C and simultaneously CO<sub>2</sub> gas C is fixed.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-84883

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)3月18日

C 12 M 1/00  
B 01 D 53/34  
C 12 M 3/00

1 3 5

E  
Z  
Z

8717-4B  
6816-4D  
8717-4B

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全8頁)

⑬ 発明の名称 光合成生物の培養装置

⑯ 特 願 平2-196282

⑰ 出 願 平2(1990)7月26日

⑱ 発 明 者 横 井 春 比 古 神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重機械工業株式会社平塚研究所内

⑲ 発 明 者 清 家 康 彦 神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重機械工業株式会社平塚研究所内

⑳ 発 明 者 田 中 秀 夫 茨城県つくば市大字上郷7127番3号

㉑ 出 願 人 住友重機械工業株式会社 東京都千代田区大手町2丁目2番1号

㉒ 復代理人 弁理士 池 澤 寛

明 細 書

1 発明の名称

光合成生物の培養装置

2 特許請求の範囲

(1) 光合成生物および培養液を収容した培養槽内に光および炭酸ガスを供給してこの光合成生物を培養する光合成生物の培養装置であって、

前記培養槽内に可動式発光体を設けたことを特徴とする光合成生物の培養装置。

(2) 前記可動式発光体を透明材料から構成するとともに、この可動式発光体に前記培養槽外部から光を伝送することを特徴とする請求項(1)記載の光合成生物の培養装置。

(3) 前記可動式発光体にランプを内蔵したことを特徴とする請求項(1)記載の光合成生物の培養装置。

(4) 前記可動式発光体を前記培養槽内で回転させることを特徴とする請求項(1)記載の光合成

生物の培養装置。

(5) 前記可動式発光体を前記培養槽内で往復動させることを特徴とする請求項(1)記載の光合成生物の培養装置。

3 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、光合成細菌、藻類、植物細胞等の光合成生物の培養装置にかかわるもので、とくにこうした光合成生物を、太陽光や人工光源の光を照射して培養槽内で培養する場合に、光を培養槽内に均一にかつ効率よく照射することができる光合成生物の培養装置に関するものである。

〔従来の技術〕

光合成生物の培養による有用物質の生産は古くから行われている。また、光合成反応は炭酸ガスつまり二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)を必要とするため、地球温暖化の原因のひとつと考えられている炭酸ガスの固定化に有効である。

光合成生物の大規模培養法としては、太陽光の照射のもとで、屋外でオープンプール方式で培養するものがすでに知られている。この場合に太陽光は水深10cm以内しか到達することができないため、水深を深くとることができず、結果的に光照射率を上げるためには広大な敷地面積が必要となる。さらに、この方式では外部からの雑菌混入を避けることができないため、光合成生物の純粋培養が困難であるという重大な欠点がある。

したがって、光合成生物および培養液を収容した培養槽内に光を照射して光合成生物を培養する手段が採られている。

こうした光合成生物を培養する培養槽としては、古くからガラス等の透明材質からなる培養槽壁外部から光を照射する方法が知られている。この方法においては、光は培養槽内の外壁部に近い部分が最も光強度が高く、培養槽中心部に向かうにしたがって低下することとなり、極端に不均一な光強度分布が生じる。しかも、光合成生物の培養過程において生物濃度が増加すると、入射光の

吸収、散乱等により光が外壁から数cm以内までしか到達することができず、とくに培養槽内部では極度に光強度が低下し、効率良く光を供給することができなくなる。

そこで、培養槽内の培養液をかくはん器やポンプ等により強力にかくはん、混合することにより、光が透過することができる部分に生物体を循環、移動させて、光の不均一照射を改善する方法等が採られている。

しかしながら、とくに植物細胞等の生物体の場合には、かくはん、混合により生ずるせん断力によって生物体が物理的な損傷を受け易いために、こうした方法は利用不可能である。

さらに、たとえば特開昭50-157581号のようにガラス等の材質を外壁に用いた場合には、構造強度上の面から、培養槽の大型化はきわめて困難である。

また、たとえば特開昭51-110089号のように、光の照射率を向上させるために、直径が数cm以内の透明材質(ガラス等)でできた長

い円管を、並列状あるいはスパイラル状等に成形して、光を照射する培養装置が知られている。この装置においては、光を有効に照射するために広い受光面積を必要とし、とくに培養槽の実容積を大きくする場合には、かなり長い円管となるとともに、受光面積も広大となる。さらに、管材の材質の強度および構造上の問題から大規模培養用の大型装置化は困難である。

また、たとえば特開昭50-142778号、特開昭57-102181号、特開昭61-139382号など、内部への光の導入を促進するために、発光管を培養槽内に浸漬したり、光ファイバーから導いた光を培養槽内の発光器に接続して直接に光を内部で照射する方法も知られている。こうした装置の場合には、光を培養槽内に直接照射することができるものの、発光管または発光器の近辺は光強度が高いが、これから離れた位置においては光強度が低いという不均一光強度分布が生じる。この光強度分布を改善するために、発光管または発光器の数を増加させることも考えられ

るが、培養槽の内容液中に発光管や発光器の占める割合が高くなり、結果的には光合成生物体を培養する実容積が極端に小さくなるという問題がある。

また、たとえば特開昭58-98081号のように、光強度を均一にするために多数の発光管や発光器を密に培養槽内に配置する方法もあるが、この装置でも、培養槽の内容液中に発光管や発光器の占める割合が高くなり、結果的には光合成生物体を培養する実容積が極端に小さくなるという問題がある。さらに、発光管や発光器を培養槽内部の液中に設置する場合には、発光管や発光器の表面に光合成生物体とその増殖とともに付着し、光の照射が遮断されるという重大な欠点がある。

また、たとえば特開昭53-20481号のように、培養槽内部に均一に光を散乱させる方法として、培養槽内に透明材質の導光体を浮遊、分散させ、培養槽内の一部に導入された光がこの導光体を伝わって透過、散乱、反射、屈折を繰り返しながら、培養槽内全体に伝達されるという方法

もある。ただし、この方法の場合には、導光体を槽内に浮遊させる分だけ、実際の培養容積は小さくなり、とくに培養終了後、導光体と培養液を分離させなければならないという別の問題もある。

#### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は以上のような諸問題にかんがみてなされたもので、光合成生物を培養するために必要な光を、光合成生物の種類に応じて、培養槽内に均一かつ効率良く供給することを可能とし、光合成生物を最適光条件下で培養するとともに、大量培養化を可能とすることにより、光合成による有用物質の低コストでの生産、および炭酸ガスの効率的固定化を実現することができる光合成生物の培養装置を提供することを課題とする。

#### 【課題を解決するための手段】

すなわち本発明は、光合成生物および培養液を収容した培養槽内に光および炭酸ガスを供給してこの光合成生物を培養する光合成生物の培養装

置であつて、上記培養槽内に可動式発光体を設けたことを特徴とする光合成生物の培養装置である。

なお、この可動式発光体を透明材料から構成するとともに、この可動式発光体上記培養槽外部から光を伝送する構成とすることができる。

また、上記可動式発光体にランプを内蔵した構成とすることができる。

上記可動式発光体の可動方式としては任意のものを採用可能であるが、たとえばこれを培養槽内で回転させる、あるいは往復動させる等の機構とすることができる。

#### 【作用】

本発明による光合成生物の培養装置においては、外部から伝送してきた光を培養槽内部に照射する可動式発光体、あるいはランプ等の発光器を内蔵した可動式発光体その他任意の構成の可動式発光体を、培養槽内で動かしながら、光照射を行うこととしたので、培養液内の光合成生物に対して光源が接近するものである。したがって所定周

期内で可動式発光体が移動を行うことにより、培養槽内の光合成生物に均一かつ効率良く光を供給し、最適光条件下で光合成生物を培養することができる。

しかも、この可動方式は従来のように培養液をかくはん、混合することを第一義的な目的で行うものではないため、光合成生物の種類に応じて、あるいは単位時間あたりの光照射量や培養液の内容容に応じて、可動式発光体の移動速度を適宜設定することにより生物体の損傷を防止しつつ培養槽内全体に光を照射供給することができる。もちろん、可動式発光体が培養槽内を移動することにより培養液をかくはん、混合することにはなるので、培養液ないしは光合成生物自体を培養槽内で均一に分布させる副次的な効果もある。

かくして所望容量の培養槽を用いてもその内部に充分かつ均一な光を供給可能であり、大量培養による効率的かつ低コストでの培養が可能となる。

#### 【実施例】

つぎに本発明の第一の実施例による光合成生物の培養装置1を第1図および第2図にもとづき説明する。

第1図は光合成生物の培養装置1の全体を示す一部断面側面図、第2図は第1図II-II線断面図であつて、光合成生物の培養装置1は所定容量の反応器本体つまり培養槽2と、集光器3と、波長選択器4と、熱線除去器5と、光量制御装置6と、光伝送ケーブル7と、かくはんモータ8と、伝送光接続器9と、光伝送軸10と、可動式発光体11とを有する。

集光器3は、太陽光SLないしは人工光源光ALのいずれか一方あるいはその両方を適当な時間間隔で集光するためのもので、反射ミラー等によりこれを構成する。

波長選択器4は、この集光器3により取り入れた光のうち、光合成生物の種類に応じて、必要であれば紫外線等の有害光線を除去するとともに、光合成に最適な波長の光、たとえば波長400～

700nmの光を供給可能とするものである。

熱線除去器5は、培養槽2内に光を導入することによる培養槽2内の温度上昇をできるだけ防止するために、赤外線等の熱線をあらかじめ除去するものである。ただし、培養槽2を恒温槽12等(第1図の仮想線)の水内に収容する構成と併用することもできるし、この熱線除去器5はこれを省略してもよい。

光量制御装置6は、培養槽2内に収容した光合成生物を含む培養液13に応じて、供給する光量および照射時間ないしは照射タイミング(連続あるいは間欠照射等)を制御するもので、培養液13内に設置した光量センサ14による検出信号によりフィードバック制御するようにしてある。

光伝送ケーブル7は、上記培養槽2内の培養液13に所定の光量を伝送供給するためのもので、光ファイバーあるいはミラー導管その他の光伝送可能な材料によりこれを構成する。

なお、この光伝送ケーブル7から培養槽2内に光Lを供給する光路として三経路、すなわち伝

送光接続器9および光伝送軸10を介して可動式発光体11に伝送する第一の光路7A、培養槽2の側面に伝送する第二の光路7B、および培養槽2の底面に伝送する第三の光路7Cを設けることにより、より効率的に光を培養槽2内に伝送可能としてある。培養槽2の上部から伝送される光Lは伝送光接続器9において光伝送軸10に接続伝送され、光伝送軸10がかくはんモータ8により回転されることにより可動式発光体11も培養槽2内の中心部において回転する。

可動式発光体11は、第2図に示すように平板状のもので、石英、ガラス、アクリル等の透明材料によりこれを構成する。なお、可動式発光体11の材質としては滅菌滅菌に耐えるものを用い、培養槽2内部を滅菌することにより光合成生物を無菌的に純粋培養することが可能である。

また可動式発光体11の形状は平板状に限らず棒状あるいは球状その他任意であり、培養槽2、光合成生物、培養液13等を簡便して光の供給お

よびかくはんに適したものを採用する。たとえば、第1図に仮想線で示すように可動式発光体11に所定数の長窓11Aを形成することによりかくはん効率を向上させることもできる。

この光合成生物の培養装置1の回転速度は、培養液13をかくはんするという目的ではなく、可動式発光体11による光Lの供給という主目的に沿って、培養液13内の光合成生物を損傷しない範囲のものとしてすることができる。

なお、可動式発光体11の周囲に位置して培養槽2の内壁にはバブル板15を突出するように設ける(第2図も参照)。このバブル板15と可動式発光体11との相対関係によって培養液13をできるだけ均一にかくはん可能であるとともに、光Lを培養液13内に均一に供給可能である。さらに、バブル板15を透明材料から構成し、これに光伝送ケーブル7から光Lを供給すればより充分な光Lを供給することができる。

培養槽2の底部にはガススパージャー16を配置し、このガススパージャー16にガス入口管

17、除菌フィルター18および入口バルブ19を介して炭酸ガスCを供給可能とする。すなわち、ガススパージャー16の供給穴20から培養槽2の培養液13に炭酸ガスCを供給する。なお培養槽2内の発生ガスは、除菌フィルター21および出口バルブ22を介してガス出口管23からこれを排出する。

ガス入口管17から供給する炭酸ガスCとしては工場、製鉄所、火力発電所等からの排気ガスを用いることができるが、炭酸ガスC固定を必要とする任意のガス供給源をガス入口管17に接続することができる。前処理が必要であればこれを行う。また培養液13による光合成生物の生成物が培養目的であれば、純粋な炭酸ガスCを供給することとしてもよい。

こうした構成の光合成生物の培養装置1において、集光器3を介して取り入れ、波長選択器4、熱線除去器5、光量制御装置6により前処理した光Lを、伝送光接続器9および光伝送軸10を介して可動式発光体11に伝送するとともに、光伝

送ケーブル7を介してバッフル板15およびガススパージャー16部分に伝送する。これと同時にガス入口管17から炭酸ガスCを培養槽2内の培養液13に供給する。かくして光Iと炭酸ガスCとの存在下において、培養液13内の光合成生物により光合成が行われるとともに、炭酸ガスCの固定化が行われる。

しかして、可動式発光体11が所定周期で回転するので、培養液13内の光合成生物に向かって光源が移動して行くため、培養槽2内に供給される光Iは浮遊している光合成生物に均一に供給されることとなり、培養槽2内において光Iの供給が不十分という部位が生ずることはない。すなわち、可動式発光体11が静止状態ではこの可動式発光体11から遠隔位置にある部分において光強度が低い部分が存在していても、可動式発光体11の回転によりこれが移動してくることにより当該位置においても光強度が高くなる。こうした可動式発光体11の運動が連続して行われることにより結果的に相対的な光強度の不均一分布がな

くなるものである。

かくして、この培養装置1においては可動式発光体11が移動することにより光Iを培養槽2内に均一に照射するとともに、培養液13と光合成生物とをかくはん、混合することができるため、培養液13内のすべての光合成生物が常に一定した均一の光Iを受光することができ、安定した光環境下で培養を行うことができる。

しかも、従来の不動式発光体方式に比較してかくはん力、混合力はきわめて小さくてすみため、省エネルギーであるとともに、光合成生物に過剰なせん断力が加わらず、その損傷を防ぐことができ、せん断力に非常に弱い光合成生物の培養にも適している。

さらに、可動式発光体11自体が回転運動を行うため、その運動により生じる液流によってその表面が常に洗浄される付加的効果もあり、不動式発光体のようにその表面に光合成生物が付着して光照射効率を低減させることもなく、常に高強度の光を安定して、長期間照射することができる。

また、本発明の培養装置1では、培養する光合成生物の種類、培養時の生物濃度、必要照射光量に合わせて、可動式発光体11の形状、大きさ等を任意に設定すれば、所望容積の培養槽2にもスケールアップすることができるとともに、省スペース等の効率的構造も実現可能である。

なお、伝送ケーブル7の敷設位置は培養槽2への接続位置を適宜選択することにより、光照射効率をさらに向上させることが可能である。

上述の第一の実施例においては光源として培養槽2の外部からの太陽光SLや人工光源光ALを用いた場合を説明したが、本発明においては他の構成を取ることができる。

たとえば第3図および第4図は本発明の第二の実施例による光合成生物の培養装置30を説明するもので、第3図は光合成生物の培養装置30の全体を示す一部断面側面図、第4図は第3図のIV-IV線断面図であって、以下第1図および第2図と同様の部分には同一符号を付し、その詳述はこれを省略する。

この光合成生物の培養装置30においては、可動式発光体11に相当する可動式発光体31内部に発光源たとえばハロゲンランプ、キセノンランプ等のランプ32を内蔵してある。このランプ32は、培養する光合成生物の種類に応じて光合成反応に最適な光波長帯を選択可能な透明材質によりその外表面を被覆している。

このランプ32に電力を供給するためのランプ光量制御装置33を設け、このランプ光量制御装置33を電気ケーブル34、伝送光接続器9に相当する電気接点器35、光伝送軸10に相当する電線内蔵軸36によりランプ32に接続してある。なおバッフル板15の内部にもランプ32を内蔵可能である。図示していないが、ガススパージャー16内に内蔵してもよい。

この可動式発光体31の形状、この可動式発光体31内に内蔵されているランプ32の形状、本数および内蔵方式等は、培養する光合成生物の種類や、培養条件および培養槽2の形状等に応じて、培養槽2内部に均一に光Iを照射することが

できるように適宜これを設定する。

こうした構成の光合成生物の培養装置30においても、前述の光合成生物の培養装置1と同様に、可動式発光体31が光合成生物に向かって移動するので、培養槽2内の培養液13に均一に光Lを供給可能である。

さらに光量センサ14からの検出信号により培養槽2内部の光量あるいはランプ32の照射強度を自動的に制御することにより、培養槽2の光量を所望の値に自由に設定、調節可能である。

この光合成生物の培養装置30は光源内蔵型であるので、とくに太陽光SL等が不十分あるいは不規則な地方に最適である。

本発明においては、可動式発光体11、31の可動方式は任意であり、回転方式に限らず、上下方向や水平方向への往復移動方式、回転方向逆転方式、その他を採用可能である。要するに、培養槽2内部の培養液13内の光合成生物に均一に光Lを供給することができるように可動式発光体11ないしは31を可動とするものである。

#### 【発明の効果】

以上のように本発明によれば、光合成生物を培養し、また炭酸ガスを固定するにあたり、光を供給する方式として可動式発光体を培養槽内で移動させることとしたので、従来の培養装置に比較してはるかに高濃度で、かつ高速に、しかも生物体に損傷を与えることなく、培養液内に必要充分な光を常に均一かつ効率的に供給することができ、高密度化培養による有用物質の効率的な大量生産用バイオリアクターおよび効率的炭酸ガス固定用バイオリアクターを実現することができる。

#### 4 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第一の実施例による光合成生物の培養装置1の全体を示す一部断面側面図。

第2図は第1図II-II線断面図

第3図は本発明の第二の実施例による光合成生物の培養装置30の全体を示す一部断面側面図。

第4図は第3図のIV-IV線断面図である。

1.....光合成生物の培養装置

2.....培養槽(反応器本体)

3.....集光器

4.....波長選択器

5.....熱線除去器

6.....光量制御装置

7.....光伝送ケーブル

7A.....第一の光路

7B.....第二の光路

7C.....第三の光路

8.....かくはんモータ

9.....伝送光接視器

10.....光伝送軸

11.....可動式発光体

11A.....長窓

12.....恒温槽

13.....光合成生物を含む培養液

14.....光量センサ

15.....バツフル板

16.....ガススパージャ

17.....ガス入口管

18.....除菌フィルター

19.....入口バルブ

20.....供給穴

21.....除菌フィルター

22.....出口バルブ

23.....ガス出口管

30.....光合成生物の培養装置

31.....可動式発光体

32.....ランプ

33.....ランプ光量制御装置

34.....電気ケーブル

35.....電気接点器

36.....電線内蔵軸

C.....炭酸ガス

SL.....太陽光

AL.....人工光源光

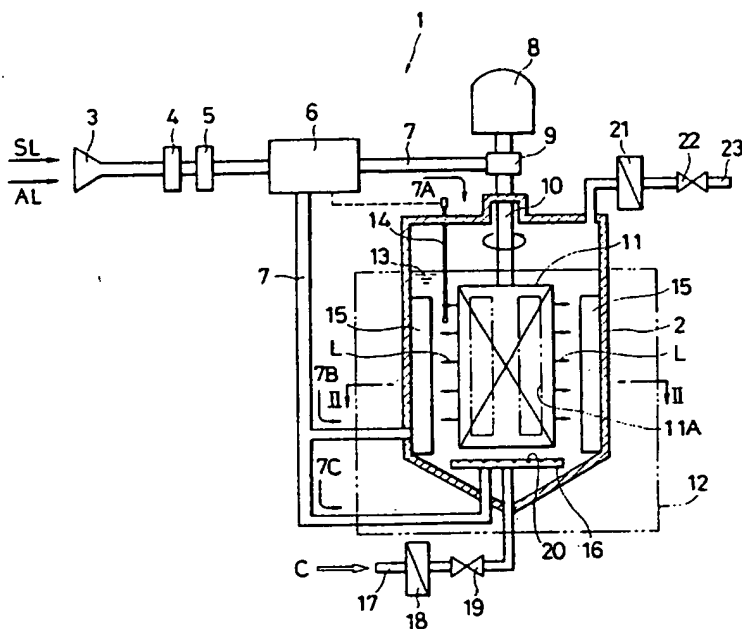
L.....供給光

特許出願人 住友重機械工業株式会社

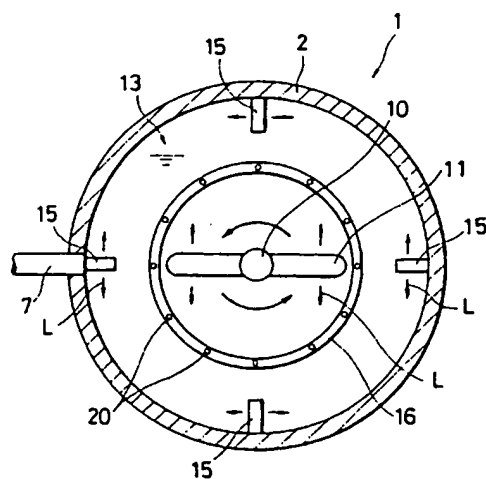
代理人 弁理士 池澤 克



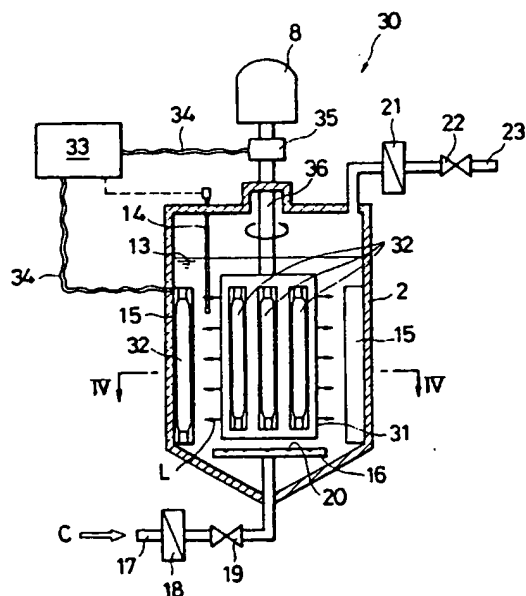
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

